令和４年度　岐阜県立岐阜農林高等学校　生物工学科　卒業論文

鉄還元菌窒素固定増強による低肥料水稲生産

研究者名　　遠藤　俊輔

指導教官　　足立伸幸
共同研究者　安倍佐智乃　村橋満音　森順菜　吉田佐羽

要約

近年、温室効果ガスの増加により地球温暖化が問題となっている。それにより、異常気象や海面上昇など、人間社会にも大きな影響を及ぼしているのが現状である。今後、更に都市化が進む一方で、地球温暖化の原因となる温室効果ガスの排出削減に努める必要があるだろう。

そこで私たちは、地球温暖化防止に貢献するため、鉄還元菌による窒素固定増強による低肥料水稲生産により化学肥料の使用量を減らした農作物生産を目指した取り組みを行った。

1　はじめに

18世紀の産業革命以来、石油や石炭、天然ガスなどの化石燃料がエネルギー源として利用されるようになった。そして、化石燃料の燃焼により二酸化炭素が大量発生し、近年では温室効果やオゾン層破壊による地球温暖化が問題視されている。温室効果ガスは太陽から放射される赤外線を吸収すると言われている。温室効果ガスの急激な増加により吸収される赤外線量が増加することで気温が上昇するというメカニズムによって地球温暖化が引き起こされると言われている。近年急速に進行している地球温暖化は、海面上昇や干ばつ、海の酸性化による酸性雨、猛暑日の増加、数十年に一度の大規模の大雨が頻発しているなど、様々な環境問題を引き起こす原因となっている。このままでは

指導教官　　足立伸幸
共同研究者　安倍佐智乃　村橋満音　森順菜　吉田佐羽

要約

近年、温室効果ガスの増加により地球温暖化が問題となっている。それにより、異常気象や海面上昇など、人間社会にも大きな影響を及ぼしているのが現状である。今後、更に都市化が進む一方で、地球温暖化の原因となる温室効果ガスの排出削減に努める必要があるだろう。

そこで私たちは、地球温暖化防止に貢献するため、鉄還元菌による窒素固定増強による低肥料水稲生産により化学肥料の使用量を減らした農作物生産を目指した取り組みを行った。

1　はじめに

18世紀の産業革命以来、石油や石炭、天然ガスなどの化石燃料がエネルギー源として利用されるようになった。そして、化石燃料の燃焼により二酸化炭素が大量発生し、近年では温室効果やオゾン層破壊による地球温暖化が問題視されている。温室効果ガスは太陽から放射される赤外線を吸収すると言われている。温室効果ガスの急激な増加により吸収される赤外線量が増加することで気温が上昇するというメカニズムによって地球温暖化が引き起こされると言われている。近年急速に進行している地球温暖化は、海面上昇や干ばつ、海の酸性化による酸性雨、猛暑日の増加、数十年に一度の大規模の大雨が頻発しているなど、様々な環境問題を引き起こす原因となっている。このままでは
2100年の地球の平均気温は4.8℃上昇するとIPCC第5次評価報告書によって発表された。同時に、地球に存在する温室効果ガスが無くなれば平均気温が18℃も降下させることができるといわれている。人為的に排出される温室効果ガスの割合のうち、二酸化炭素の割合は76.0%を占めていることからも、世界各国が発生抑制に力を入れている要因とも言えるだろう。地球温暖化を抑制するには温室効果ガス発生量の削減、森林の増大などが有力であるとされている。温室効果ガス発生量の削減については様々な企業が力を入れており、現在では省エネルギー機器の開発や自然科学エネルギーを供給させるなどの対策を行っている。しかし、地球温暖化対策として、二酸化炭素以外の温室効果ガスを削減する研究も重要視されている。私たちは、温室効果ガスのうちの亜酸化窒素削減に着目した。人為的に排出される温室効果ガスのうち、6.2%を占めておりその4分の1が農

令和４年度　岐阜県立岐阜農林高等学校　生物工学科　卒業論文

鉄還元菌窒素固定増強による低肥料水稲生産

研究者名　　遠藤　俊輔

指導教官　　足立伸幸
共同研究者　安倍佐智乃　村橋満音　森順菜　吉田佐羽

要約

近年、温室効果ガスの増加により地球温暖化が問題となっている。それにより、異常気象や海面上昇など、人間社会にも大きな影響を及ぼしているのが現状である。今後、更に都市化が進む一方で、地球温暖化の原因となる温室効果ガスの排出削減に努める必要があるだろう。

そこで私たちは、地球温暖化防止に貢献するため、鉄還元菌による窒素固定増強による低肥料水稲生産により化学肥料の使用量を減らした農作物生産を目指した取り組みを行った。

1　はじめに

18世紀の産業革命以来、石油や石炭、天然ガスなどの化石燃料がエネルギー源として利用されるようになった。そして、化石燃料の燃焼により二酸化炭素が大量発生し、近年では温室効果やオゾン層破壊による地球温暖化が問題視されている。温室効果ガスは太陽から放射される赤外線を吸収すると言われている。温室効果ガスの急激な増加により吸収される赤外線量が増加することで気温が上昇するというメカニズムによって地球

要約

近年、温室効果ガスの増加により地球温暖化が問題となっている。それにより、異常気象や海面上昇など、人間社会にも大きな影響を及ぼしているのが現状である。今後、更に都市化が進む一方で、地球温暖化の原因となる温室効果ガスの排出削減に努める必要があるだろう。

そこで私たちは、地球温暖化防止に貢献するため、鉄還元菌による窒素固定増強による低肥料水稲生産により化学肥料の使用量を減らした農作物生産を目指した取り組みを行った。

1　はじめに

18世紀の産業革命以来、石油や石炭、天然ガスなどの化石燃料がエネルギー源として利用されるようになった。そして、化石燃料の燃焼により二酸化炭素が大量発生し、近年では温室効果やオゾン層破壊による地球温暖化が問題視されている。温室効果ガスは太陽から放射される赤外線を吸収すると言われている。温室効果ガスの急激な増加により吸収される赤外線量が増加することで気温が上昇するというメカニズムによって地球
温暖化が引き起こされると言われている。近年急速に進行している地球温暖化は、海面上昇や干ばつ、海の酸性化による酸性雨、猛暑日の増加、数十年に一度の大規模の大雨が頻発しているなど、様々な環境問題を引き起こす原因となっている。このままでは2100年の地球の平均気温は4.8℃上昇するとIPCC第5次評価報告書によって発表された。同時に、地球に存在する温室効果ガスが無くなれば平均気温が18℃も降下させることができるといわれている。人為的に排出される温室効果ガスの割合のうち、二酸化炭素の割合は76.0%を占めていることからも、世界各国が発生抑制に力を入れている要因とも言えるだろう。地球温暖化を抑制するには温室効果ガス発生量の削減、森林の増大などが有力であるとされている。温室効果ガス発生量の削減については様々な企業が力を入れており、現在では省エネルギー機器の開発や自然科学エネルギーを供給させるなどの対策を行っている。しかし、地球温暖化対策として、二酸化炭素以外の温室効果ガスを削減する研究も重要視されている。私たちは、温室効果ガスのうちの亜酸化窒素削減に着目した。人為的に排出される温室効果ガスのうち、6.2%を占めておりその4分の1が農耕地由来だとされている。亜酸化窒素は二酸化炭素の約300倍の温室効果を持ち、また、地球温暖化においてオゾン層を破壊する気体のうちの1つである。農地に施用される化学肥料や有機質肥料に含まれる窒素に由来するアンモニアが土壌微生物の硝化作用や脱窒作用を受け、その過程で亜酸化窒素が発生する。

行った。

1　はじめに

18世紀の産業革命以来、石油や石炭、天然ガスなどの化石燃料がエネルギー源として利用されるようになった。そして、化石燃料の燃焼により二酸化炭素が大量発生し、近年では温室効果やオゾン層破壊による地球温暖化が問題視されている。温室効果ガスは太陽から放射される赤外線を吸収すると言われている。温室効果ガスの急激な増加により吸収される赤外線量が増加することで気温が上昇するというメカニズムによって地球温暖化が引き起こされると言われている。近年急速に進行している地球温暖化は、海面上昇や干ばつ、海の酸性化による酸性雨、猛暑日の増加、数十年に一度の大規模の大雨が頻発しているなど、様々な環境問題を引き起こす原因となっている。このままでは2100年の地球の平均気温は4.8℃上昇するとIPCC第5次評価報告書によって発表された。同時に、地球に存在する温室効果ガスが無くなれば平均気温が18℃も降下させることができるといわれている。人為的に排出される温室効果ガスの割合のうち、二酸化炭素の割合は76.0%を占めていることからも、世界各国が発生抑制に力を入れている要因とも言えるだろう。地球温暖化を抑制するには温室効果ガス発生量の削減、森林の増大などが有力であるとされている。温室効果ガス発生量の削減については様々な企業が力を入れており、現在では省エネルギー機器の開発や自然科学エネルギーを供給させるなどの対策を行っている。しかし、地球温暖化対策として、二酸化炭素以外の温室効果ガスを削減する研究も重要視されている。私たちは、温室効果ガスのうちの亜酸化窒素削減に着目した。人為的に排出される温室効果ガスのうち、6.2%を占めておりその4分の1が農耕地由来だとされている。亜酸化窒素は二酸化炭素の約300倍の温室効果を持ち、また、地球温暖化においてオゾン層を破壊する気体のうちの1つである。農地に施用される化学肥料や有機質肥料に含まれる窒素に由来するアンモニアが土壌微生物の硝化作用や脱窒作用を受け、その過程で亜酸化窒素が発生する。

そこで、本実験は「鉄還元菌の窒素固定増強による低肥料水稲生産」により化学肥料の使用量を減らした農作物生産を目指した取組を行った。

鉄還元菌窒素固定

鉄還元菌は水田土壌で窒素固定をすることができる微生物であり、水田土壌の優占種である。鉄還元菌は水稲根の分泌物や稲わらの分解物を養分とし、土壌中の鉄を呼吸に用いて窒素ガスをアンモニア態窒素に変換する。それにより土壌中の窒素養分を増やすことに貢献する。つまり土壌に鉄を散布し、鉄還元菌の働きを活性化させることで、窒素を補い、窒素肥料削減につながる。

図１　SPAD 計

２　材料および方法

（１）材料

①　稲（‘にじのきらめき’）

②　農業用純鉄粉

③　肥料（PK化成・ハイエムコート500）

④　SPAD計

⑤　ものさし

（２）肥料の化学式

①　PK化成

主にP（リン酸）とK（カリウム）を含んだ肥料

②　ハイエムコート500

KCL（塩化カリウム）

$(NH_4)_2HPO_4$（リン酸二アンモニウム）

$(NH_4)_2SO_4$（硫酸アンモニウム）

CH_4N_2O（尿素）

（３）方法

①　試験区の設定

a 窒素肥料を10kg/反、5kg/反、0kg/反施用する区、またそれぞれに純鉄粉を500kg/反、250kg/反、0kg/反散布する区を設定し、計9つの試験区で実験を行った。

b ３月に純鉄粉を設置した区に散布し、酸化させた。

C ５月に窒素肥料を散布し、田植えを行った。

d 生育調査５月～8月　草丈、稈長、穂長、穂数、葉色を調査した。

草丈は、土の上から先端までの長さをものさしではかった。

稈長は、土の上から茎の先端までの長さをものさしではかった。

穂長は、穂が付き始めているところから穂の先端までの長さをものさしではかった。

e 生育調査９月　穂がつくため穂数、稲長、収量を調査した。

d 12月　千粒重を調査した。

②　収穫・収量調査

各試験区を坪刈単収で比較した。

図2　試験区

図2　試験区

3　結果

草丈では、全体的にみると鉄粉を撒いた区のほうが比較的成長をしていることが分った(図3)。

葉色では、窒素肥料を施用していない区では数値が低くなっていることが分かった（図4）。

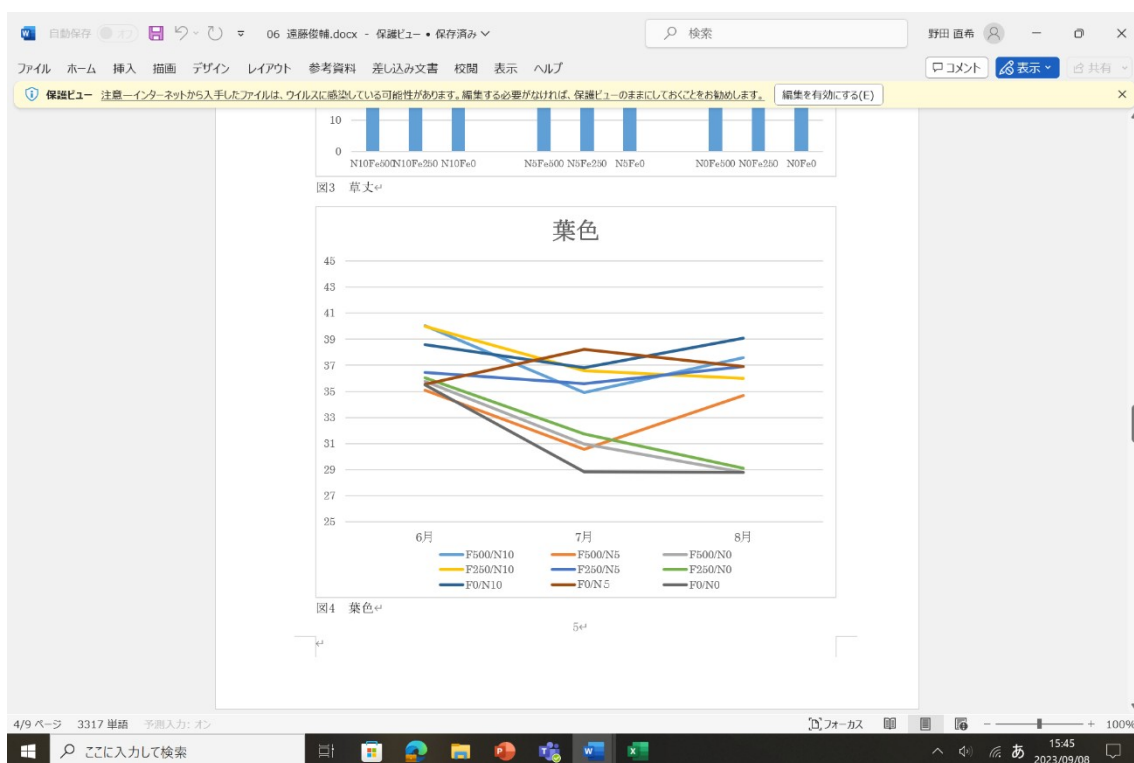
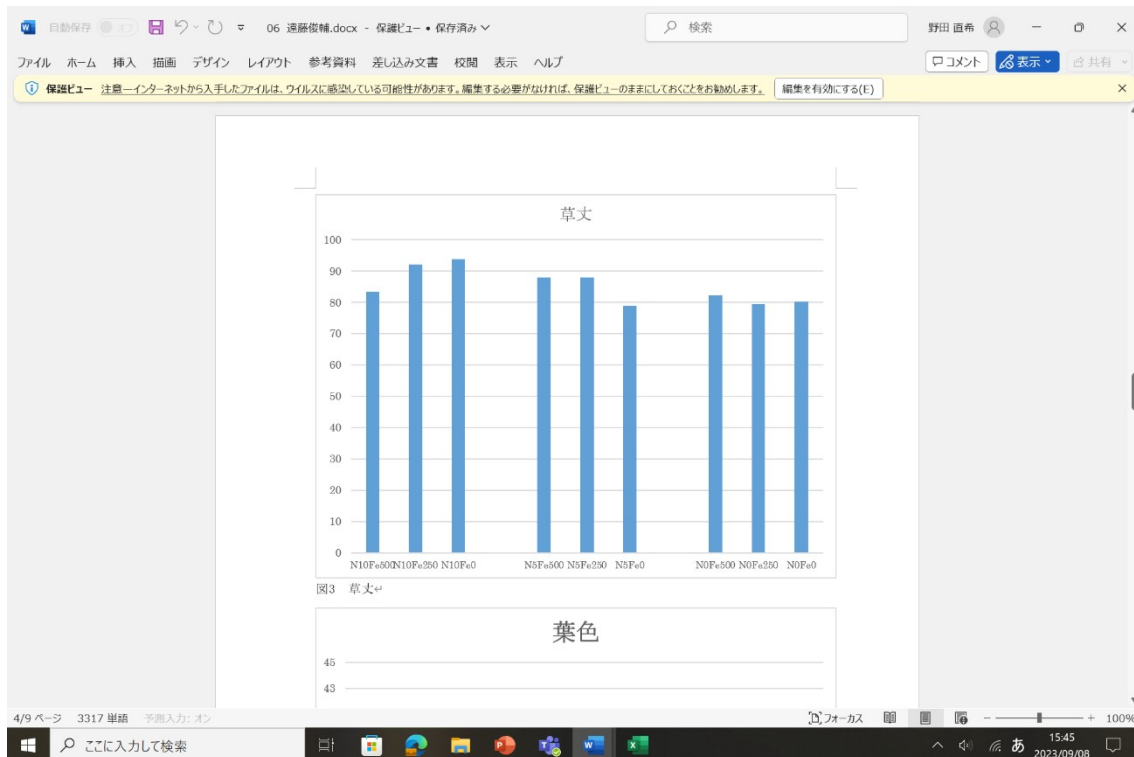
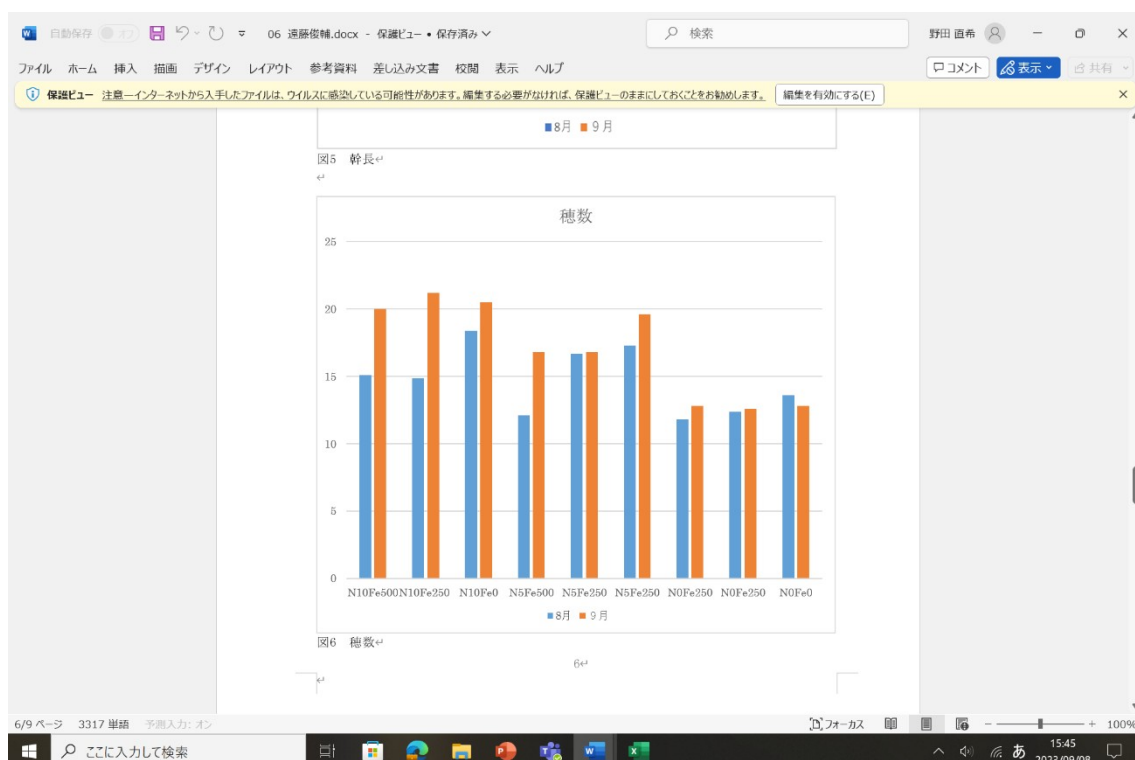
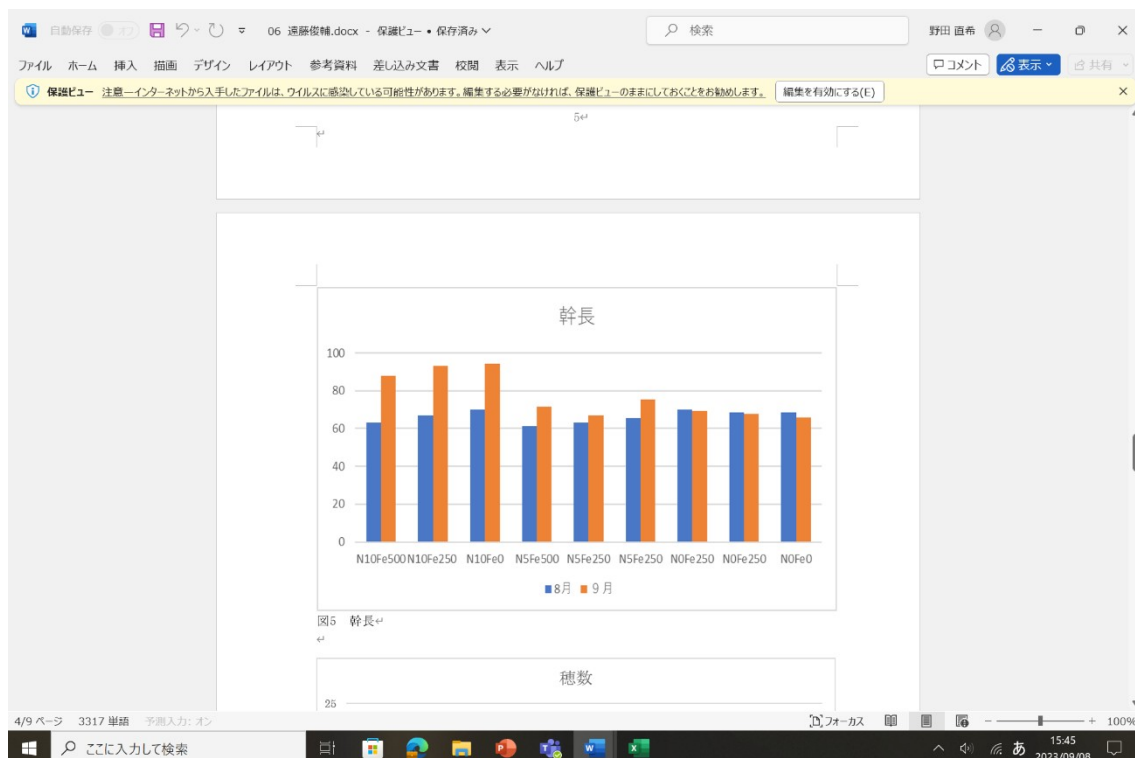
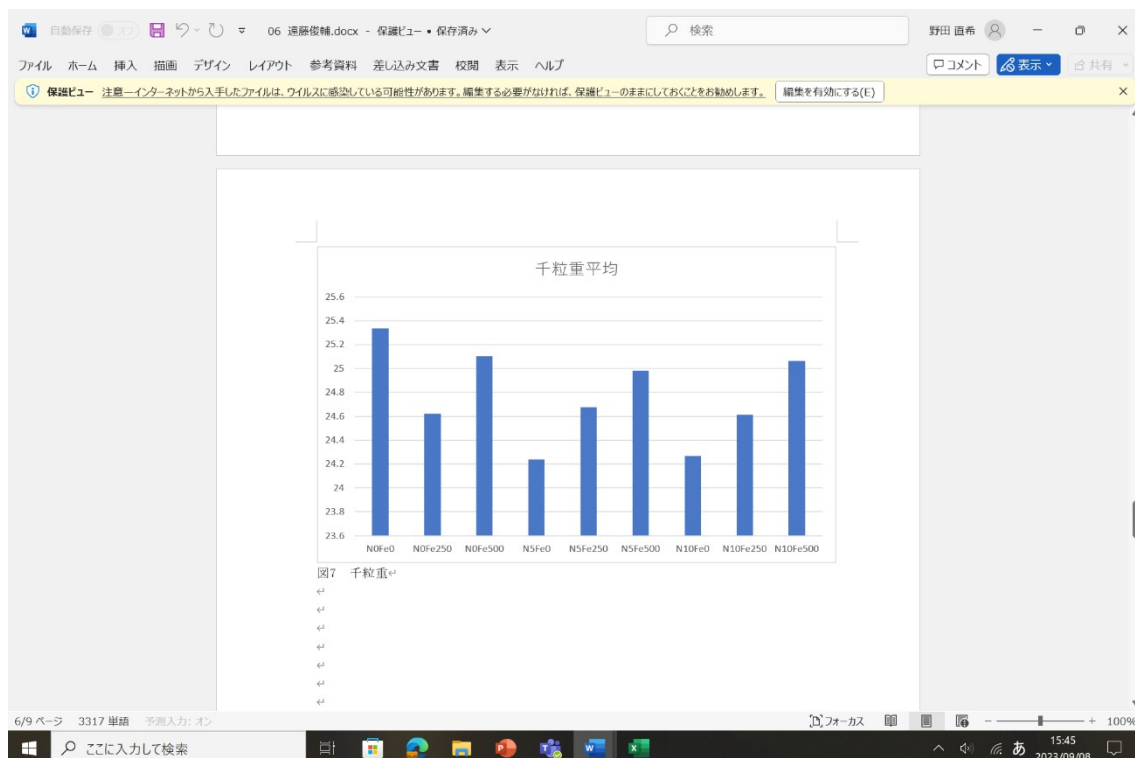
幹長では、窒素肥料を施用した区のほうが大きく成長した(図5)。

穂数では、窒素肥料を施用した区のほうが穂の数が多くなっていました(図6)。

千粒重では、窒素肥料を施用していない区のほうが多いという結果になった。

窒素肥料を施用した区では鉄の散布量が多い区のほうが多くなりました(図7)。

06 遠藤俊輔.docx - 保護ビュー • 保存済み
保護ビュー 注意—インターネットから入手したファイルは、ウイルスに感染している可能性があります。編集する必要がなければ、保護ビューのままにしておくことをお勧めします。
編集を有効にする(E)
5
幹長
100
80
60
40
20
0
N10Fe500 N10Fe250 N10Fe0 N5Fe500 N5Fe250 N5Fe250 N0Fe250 N0Fe250 N0Fe0
8月 9月
図5 幹長
穂数
25
4/9 ページ 3317 単語
15:45
2023/09/08

06 遠藤俊輔.docx - 保護ビュー • 保存済み
保護ビュー 注意—インターネットから入手したファイルは、ウイルスに感染している可能性があります。編集する必要がなければ、保護ビューのままにしておくことをお勧めします。
編集を有効にする(E)
8月 9月
図5 幹長
穂数
25
20
15
10
5
0
N10Fe500 N10Fe250 N10Fe0 N5Fe500 N5Fe250 N5Fe250 N0Fe250 N0Fe250 N0Fe0
8月 9月
図6 穂数
6
6/9 ページ 3317 単語
15:45
2023/09/08

4　考察

穂数では窒素肥料を施用した区ほうが多くなっていることや、全重も窒素肥料を施用した区のほうが多いことから稲の生育において窒素の効果が表れたと考えられる。

窒素肥料を施用した区では鉄粉の散布量が多い区のほうが収量が多くなっているため全体的に土壌からの窒素の吸収量が増加し、登熟向上効果が表れたと考える。

窒素肥料を 5 kg施用した区と 10 kg施用した区を比較したとき、生育差がなかった原因として考えられるのは、雨などによる気象要因もあったと考えられ、生産者の方によると例年より 2 俵ほど収穫量が少なかったという話もあがっており、生育速度自体が例年より差が出にくかったと考えられる。

鉄を散布していない区で収量を比較したとき、窒素の施用量にかかわらずぼぼ同レベルの結果だったことや、稲に黒色の斑点があることから、ゴマ葉枯れ病（図 8）による登熟不良があったと考えられる。

窒素を施用した区では施用してない区よりも籾は多く作られたが、病気により籾の中身を埋めることができず､中身のないの穂ができてしまったため､収穫量にはつならず、減ったと考えられる。

身を埋めることができず、中身のないの穂ができてしまったため、収穫量にはつながらず、減ったと考えられる。

図8　ゴマ葉枯れ病

5　今後の課題

毎年多くの窒素肥料が施用されたため、土壌中に多くの窒素養分が残っており、鉄還元菌がうまく窒素の固定を行わず、生育に影響を与えたと考えられる。

鉄資源に関してでは、理論上鉄は酸化還元を繰り返すため、一度散布をすると、来年は散布しなくてもよいとされている。実際に鉄資源を追加しなくても鉄を散布した効果

が表れるのかの検証する必要がある。そのため、長期的な研究が必要になってくる。来年度からも、継続をして研究を行ってほしいと考えている。

今回ゴマ葉枯れ病が発生し、生育に影響が表れ収量調査にも影響を与えたので来年度からは、ゴマ葉枯れ病への対処をしてほしいと考える。

今後、実際に農業で、鉄還元菌による窒素固定が、活用されるためには、鉄の散布量や窒素肥料の施用量を可能な限り減らし、効率のいい使用ができるかの研究も必要になる。

6　諸活動

9月に行った生育、収量調査では、岐阜新聞、日本農業新聞、中日新聞の方々に活動を紹介していただいた。

10月には、東京大学農学部を訪問し、土壌圏科学研究室の妹尾啓史氏に、調査結果を報告し今後の課題について話し合いを行った。

7　謝辞

本研究を遂行するにあたり、終始指導助言をいただいた足立伸幸氏に深く感謝する。また、学科職員としてご助力いただいた中島孝司氏、山田伸氏、藤木俊之氏、上野和博氏に感謝の意を表す。さらに、本研究の共同研究者として指導助言いただいた、東京大学大学院農学生命科学応用生物科学専攻土壌圏科学研究室教授の妹尾啓史氏に深く感謝するとともに研究圃場として協力していただいた農業組合法人おおがさん、農林事務所の方々の協力に感謝の意を表す。最後のに今回の課題研究を進行するにあたり研究を共に行った仲間たちに感謝の意を表す。

8　参考文献

令和3年度卒業論文